

PEMBUATAN ETANOL DARI BIJI KAPAS DENGAN PROSES HIDROLISA DAN FERMENTASI

Isni Utami dan Kindriari
Teknik Kimia FTI-UPNV Jatim

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi proses terbaik pada pembuatan etanol dengan bahan baku biji kapas.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah biji kapas dengan kg berat yang bervariasi. Pada proses hidrolisa digunakan H_2SO_4 sebagai katalisator dan untuk pengatur pH fermentasi digunakan NaOH 0,1 N. *Saccharomyces cerevisiae* digunakan sebagai bakteri dalam proses fermentasi dan sebagai nutrisi digunakan Amonium Hipofosfat $(NH_4)_2HPO_4$.

Alat yang digunakan adalah autoclave yang dilengkapi dengan thermometer, pressure gauge dan erlemeyer, fermentor, dimana fermentor ini dilengkapi dengan thermometer dan selang, kondensor, water bath, thermometer.

Kata kunci : biji kapas, fermentasi

ABSTRACT

This research intent to determine condition of best process on ethanol's makings with cotton seed. Material that used in this research is cotton seed with kg heavy that varying. On hidrolysa process is utilized H_2SO_4 as catalyst and for pH regulator ferment was utilized by NaOH 0,1 N. *Saccharomyces Cerevisiae* is utilized as bacteria in processes ferment and as nutrient was utilized By Amonium Hipophospat $(NH_4)_2H_2PO_4$.

Tool that is utilized is autoclave that proveded with by thermometer, pressure gauge and erlemeyer, fermentor, where does this fermentor provede with thermometer and after, kondensor, water bath, thermometer.

Keyword : cotton seed, ferment

PENDAHULUAN

Alkohol dapat diperoleh melalui proses fermentasi dan sintesis. Proses pembuatan alcohol untuk skala industri biasanya menggunakan bantuan mikroorganisme untuk merubah bahan dasar yang mengandung gula menjadi alkohol. Pada umumnya untuk membuat alkohol digunakan tetes atau molase sebagai bahan bakunya. Karena banyaknya kebutuhan industri yang menggunakan tetes sebagai bahan baku, maka secara tidak langsung persediaan tetes akan semakin habis sehingga dicoba bahan baku lain selain tetes.

Penelitian ini dipilih biji kapas sebagai bahan alternatif, karena kandungan selulosa cukup banyak. Untuk mendapatkan

alkohol, selulosa dari biji kapas tersebut dihidrolisa terlebih dahulu sehingga didapat glukosa. Kemudian difermentasi menjadi alkohol.

Pemanfaatan biji kapas untuk bahan baku etanol masih jarang dilakukan penelitiannya, sehingga akan memberikan nilai tambah yang cukup besar.

Kandungan Biji Kapas

Dalam buah kapas 2/3 kandungannya berupa biji kapas. sedangkan sisanya berupa serat kapas. Biji kapas tersebut merupakan hasil samping dari kapas yang masih bisa dimanfaatkan, diantaranya sebagai bahan baku pembuatan minyak biji kapas, bahan makanan ternak dan juga sebagai bahan baku pembuatan ethanol.(Aak, 1988)

Sebelum biji kapas dipakai sebagai bahan baku pembuatan etanol, maka harus melalui beberapa tahapan proses pendahuluan diantaranya pembersihan, pemisahan serat pendek, pengupasan dan pemisahan dari kotorannya. Pada proses ini biji kapas direndam dalam aquadest. Kemudian dibiarkan selama semalam, dan dikeringkan pada suhu kamar. Setelah itu dihancurkan dan disamakan ukurannya dengan ukuran 20 mesh. Biji kapas diambil sebagian untuk digunakan sebagai contoh analisa. (Foster A. Agblevor, 2003)

Kandungan biji kapas terdiri dari 90 % sellulosa, 20-25% pentosa, 8-12% linter, 30-35% hull, 50-55% kernels dan 10-15% kelembaban. (Mc. Ketta, vol 12)

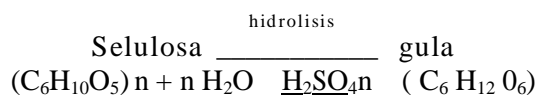
Alkohol

Alkohol yang dimaksud disini, yaitu etil alkohol atau etanol dengan rumus kimia C_2H_5OH . Produk yang diharapkan berupa alkohol teknis. Alkohol teknis adalah alkohol yang masih mengandung bahan ikutan lain yang membahayakan manusia, antara lain methil alkohol, aldehide, fusel, ester dll. Alkohol teknis biasanya didenaturasi memakai (0,5-1)% piridin, dan diberi warna memakai 0,005% metil violet.

Selulosa yang terkandung didalam biji kapas dapat diubah menjadi alkohol melalui proses biologi dan kimia (bio kimia). Disini kita menggunakan basis berat 20, 40, 60, 80, 100 gram yang dilarutkan dalam 1000 ml aquadest.

Hidrolisis fermentasi
selulosa ————— gula ————— alkohol

Sumber-sumber selulosa seperti kertas, triplek, kayu, limbah pertanian dan material lain sangat banyak tersebar dan tersedia. Sebagai contoh hutan menyediakan sekitar 80% materi tersebut. Untuk mengubah selulosa menjadi gula diperlukan proses hidrolisis dengan katalisator asam sulfat (H_2SO_4). Dan untuk mempercepat proses hidrolisis diperlukan pemanasan $120^\circ C$ sampai dengan $180^\circ C$.



Beberapa faktor yang mempengaruhi proses hidrolisa, antara lain:

- a. Jumlah kandungan karbohidrat pada bahan baku
Jumlah kandungan karbohidrat pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil hidrolisis asam, dimana bila kandungan karbohidrat sedikit maka jumlah gula yang terjadi juga sedikit, dan bila sebaliknya bila kandungan karbohidrat terlalu tinggi mengakibatkan kekentalan campuran akan meningkat, sehingga tumbukkan antara molekul karbohidrat dan molekul air semakin berkurang dengan demikian kecepatan reaksi pembentukan glukosa semakin berkurang pula.
- b. PH Hidrolisa
PH berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisis, pH ini erat hubungannya dengan konsentrasi asam, dimana pH makin rendah bila konsentrasi asam yang digunakan lebih besar, pH optimum adalah 2,3. (Tina Jeoh, 1998 dan P.H. Groggins, 1958)
- c. Waktu hidrolisa
Semakin lama pemanasan, warna semakin keruh dan semakin besar pula konversi pati yang dihasilkan. Waktu yang dibutuhkan untuk proses hidrolisa asam ini yaitu 1 sampai dengan 3 jam. (Foster A. Agblevor, 2003)
- d. Suhu
Semakin besar suhunya semakin besar pula konversinya karena konstanta kecepatan reaksi juga semakin besar. Suhu yang digunakan untuk mencapai konversi selulosa adalah antara $120^\circ C$ – $180^\circ C$.
- e. Tekanan
Tekanan berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisis. Tekanan yang digunakan untuk titik didih $120^\circ C$, tekanan atmosfernya adalah 1 atm. (Tina Jeoh, 1998)

Proses fermentasi alkohol dengan bantuan ragi tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhi, antara lain:

a. Kosentrasi gula

Kosentrasi gula yang digunakan untuk fermentasi diantara 10 – 18 walaupun dapat pula dipergunakan kosentrasi selain itu. Apabila dipergunakan kosentrasi gula terlalu tinggi hal ini dapat menurunkan pertumbuhan ragi, sehingga waktu fermentasi akan lebih lama dan ada kemungkinan adanya gula tidak ekonomis. Kosentrasi gula yang sering kali dipergunakan adalah 12% atau sedikit lebih tinggi. (Prescott and Dunn, 1959)

b. Bahan nutrient

Bahan nutrient yang bisa ditambahkan, kedalam bahan yang di fermentasi adalah zat-zat yang mengandung fosfor dan nitrogen, seperti . super fosfat, ammonium sulfat, ammonium fosfat, urea, dan lain-lain. (Prescott and Dunn, 1959)

c. PH fermentasi

Pada kemasaman di bawah pH 0,3 proses fermentasi akan berkurang kecepatannya, pH optimum pada pH 4,5-5,0. Bila medium fermentasi mempunyai kapasitas buffer yang tinggi, basil fermentasi terbaik tercapai bila pH awal pada (pH 4,5-4,7; sedangkan pada medium berkapasitas buffer rendah, nilai pH awal yang paling baik pH 5,5. Karena aktivitas fermentasi, maka pH medium akan turun dan pada pH yang lebih tinggi gliserol dan asam organik terbentuk lebih banyak. Pemberian asam sulfat dan pemanasan untuk mengurangi kontaminan akan mengendapkan garam-garam yang tidak dikehendaki, mempertinggi kemurnian alkohol yang diperoleh.

d. Temperatur

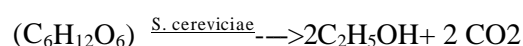
Temperatur berpengaruh terhadap proses fermentasi melalui dua hal yaitu secara langsung mempengaruhi aktivitas enzim khamir dan secara tidak langsung mengurangi hasil alkohol karena penguapan. Seperti proses biologi (enzimatik) yang lain, kecepatan fermentasi akan bertambah sesuai dengan kenaikan suhu sampai suhu optimum

(Kelompok perhimpunan mahasiswa mikrobiologi III Fakultas Pertanian UGM, 1983)

e. Waktu yang diperlukan untuk fermentasi

Waktu yang diperlukan untuk fermentasi tergantung pada temperatur, kosentrasi gula dan faktor-faktor lainnya. Waktu fermentasi sempurna biasanya selama kurang lebih 24 jam. (Foster A. Agblevor, 2003)

Reaksinya :



Untuk memisahkan alkohol dari fermentasi dapat dilakukan dengan distilasi. Titik didih alkohol (etanol) 76°C, sedangkan air 100°C. Syarat dasar pemisahan suatu komponen larutan dengan distilasi ialah komponen uapnya harus berbeda dengan komposisi liquidanya saat terjadi kesetimbangan.

Jadi dapat disimpulkan bahwa alkohol diperoleh dari semua macam tumbuhan atau zat-zat yang mengandung karbohidrat, dimana dari karbohidrat ini diubah dahulu menjadi zat gula yang kemudian difermentasikan dengan menggunakan yeast dan yang terakhir dilakukan distilasi, sehingga diperoleh alkohol.

Hipotesa

Ethanol yang dihasilkan dari biji kapas dengan proses fermentasi dan distilasi dipengaruhi oleh adanya berat biji kapas, penambahan nutrient dan waktu fermentasi yang dijalankan.

METODE PENELITIAN

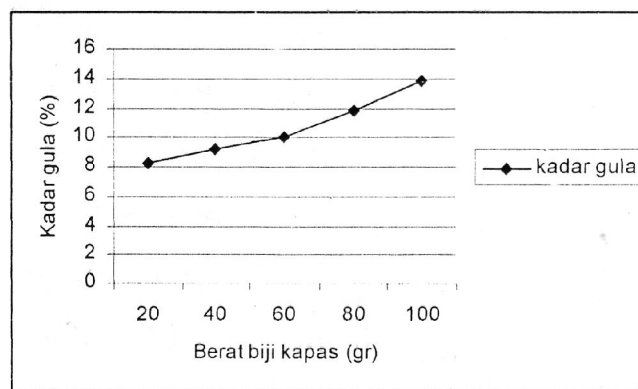
Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi proses terbaik pada pembuatan etanol dengan bahan baku biji kapas.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah biji kapas dengan kg berat yang bervariasi. Pada proses hidrolisa digunakan H_2SO_4 sebagai katalisator dan untuk pengatur pH fermentasi digunakan

NaOH 0,1 N. *Saccharomyces cerevisiae* digunakan sebagai bakteri dalam proses fermentasi dan sebagai nutrient digunakan Amonium Hipophospat ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$). Alat yang digunakan adalah autodave yang dilengkapi dengan thermometer, pressure gauge dan erlemeyer, fermentor, dimana fermentor ini dilengkapi dengan thermometer dan selang, kondensor, water bath, thermometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

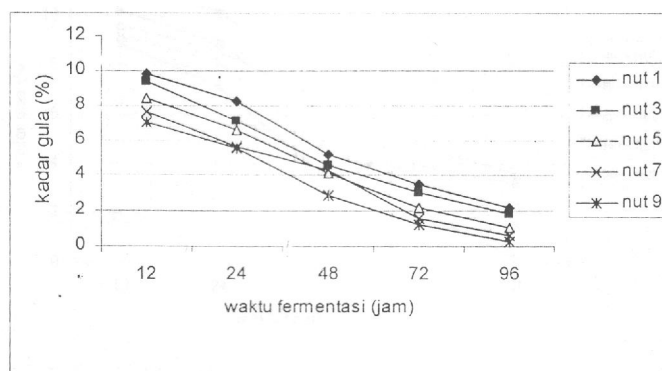
Hasil yang diperoleh diamati terhadap kadar gula dan kadar ethanol yang diperoleh. Pengaruh berat biji kapas, penambahan nutrient, dan lama fermentasi terhadap kadar gula dan kadar ethanol yang diperoleh dapat dilihat dalam Grafik 1 sampai dengan 11.



Grafik 1 : Hubungan antara kadar gula yang dihasilkan dengan berat biji kapas 20 sampai dengan 100gr

Kadar gula dalam biji kapas berbanding lurus dengan berat biji kapas, hal ini disebabkan banyaknya kandungan

selulosa yang terdapat pada biji kapas yang dapat mempengaruhi kadar alkohol.



Grafik 2 Hubungan antara kadar gula terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dan variasi berat nutrient .1 s/d 9 gr/It dengan berat biji kapas 20 gr

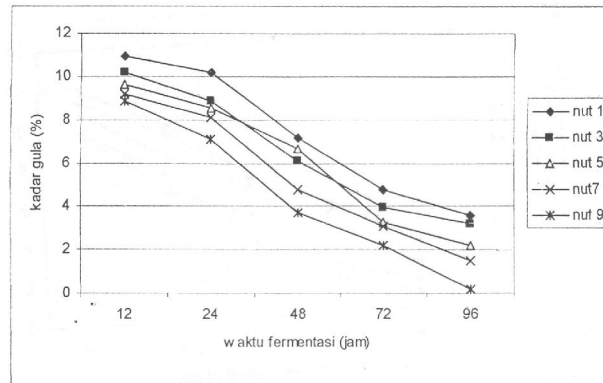
Grafik 2 didapat bahwa semakin lama waktu fermentasi kadar gula semakin menurun (1,111 semakin banyak penambahan nutrient, maka kadar gula juga

semakin menurun dan kandungan kadar alkoholnya semakin banyak, sehingga kadar gulanya relatif rendah. Hal ini disebabkan karena adanya gula yang telah banyak

terkonversi menjadi alkohol.

Seharusnya apabila mengacu pada grafik kurva pertumbuhan mikroorganisme, setelah jangka waktu diatas 48 jam kadar gula yang diperoleh stasioner, sedangkan

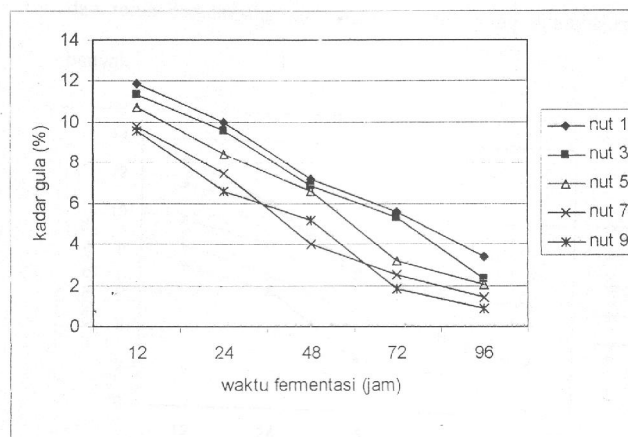
pada grafik diatas kadar gula mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya bakteri yang masih hidup dan terus berkembang biak, karena dalam penambahan stater terlalu banyak.



Grafik 3 Hubungan antara kadar gula terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/l dengan berat biji kapas 40 gr

Dari gambar diatas dapat kita lihat terjadi penurunan kadar gula yang sangat tinggi pada selang waktu 48 jam. Hal ini ini disebabkan karena bakteri mulai berkembang biak dengan cepat. Setelah waktu 48 jam kandungan kadar gula semakin sedikit dan kadar alkohol yang diperoleh semakin banyak, sehingga menyebabkan perkembangan bakteri semakin menurun.

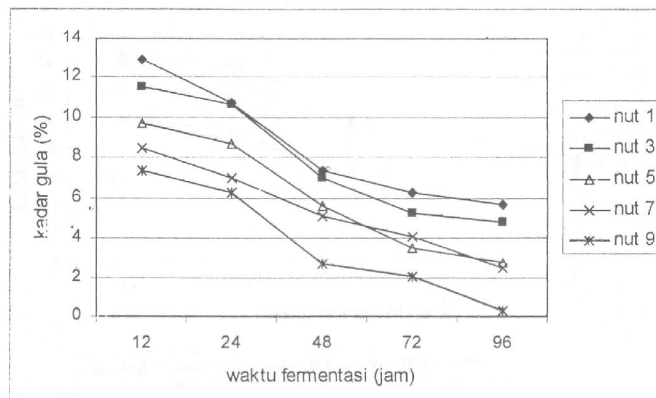
Seharusnya apabila mengacu pada grafik kurva pertumbuhan mikroorganisme, setelah jangka waktu diatas 48 jam kadar gula yang diperoleh stasioner, sedangkan pada grafik diatas kadar gula mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya bakteri yang masih hidup dan terus berkembang biak, karena stater yang ditambahkan terlalu banyak.



Grafik 4 Hubungan antara kadar gula terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr /lt dengan berat biji kapas 60 gr

Grafik diatas dapat kita lihat bahwa terjadi penurunan kadar gula, selang waktu 48 jam terjadi penurunan kadar gula yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena bakteri mulai berkembang biak dengan cepat. Setelah waktu 48 jam kandungan kadar gula semakin sedikit dan kandungan kadar alkoholnya semakin banyak, sehingga menyebabkan perkembangan bakteri semakin menurun.

Seharusnya apabila mengacu pada grafik kurva pertumbuhan mikroorganisme, setelah jangka waktu diatas 48 jam kadar gula yang diperoleh stasioner, sedangkan pada grafik diatas kadar gula mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya bakteri yang masih hidup dan terus berkembang biak, karena stater yang ditambahkan terlalu banyak.

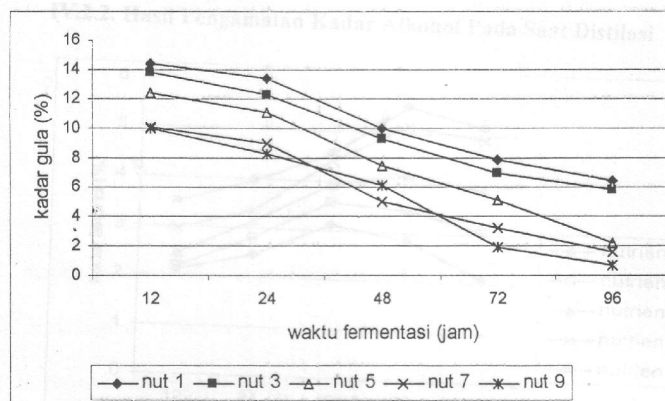


Grafik 5 Hubungan antara kadar gula terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/It dengan berat biji kapas 80 gr

Grafik 5 diatas dapat kita lihat bahwa terjadi penurunan kadar gula, selang waktu 48 jam terjadi penurunan kadar gula yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena bakteri mulai berkembang biak dengan cepat. Setelah waktu 48 jam kandungan kadar gula semakin sedikit dan kandungan kadar alkoholnya semakin banyak, sehingga menyebabkan perkembangan bakteri semakin

menurun.

Seharusnya apabila mengacu pada grafik kurva pertumbuhan mikroorganisme, setelah jangka waktu diatas 48 jam kadar gula yang diperoleh stasioner, sedangkan pada grafik diatas kadar gula mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya bakteri yang masih hidup

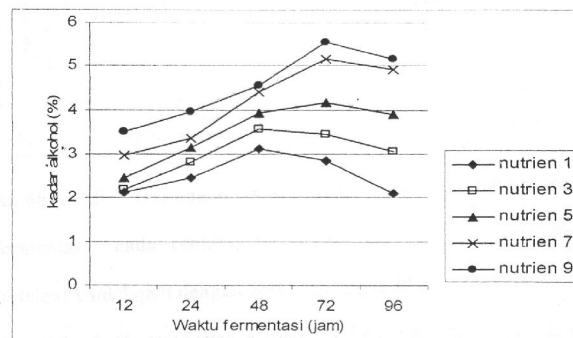


Grafik 6 : Hubungan antara kadar gula terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/It dengan berat biji kapas 100 gr

Grafik 6 diatas dapat kita lihat bahwa terjadi penurunan kadar gula, selang waktu 48 jam terjadi penurunan kadar gula yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena bakteri mulai berkembang biak dengan cepat. Setelah waktu 48 jam kandungan kadar gula semakin sedikit dan kandungan kadar alkoholnya semakin banyak, sehingga menyebabkan perkembangan bakteri semakin menurun.

Seharusnya apabila mengacu pada graft kurva pertumbuhan mikroorganisme, setelah jangka waktu diatas 48 jam kadar gula yang diperoleh stasioner, sedangkan pada grafik diatas kadar gula mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya bakteri yang masih hidup dan terus berkembang blak, karena stater yang ditambahkan terlalu banyak.

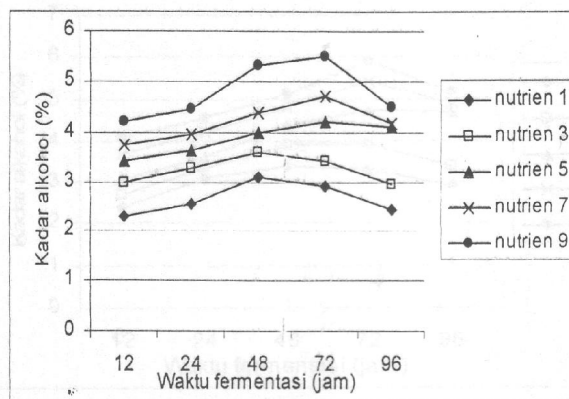
Hasil Pengamatan Kadar Alkohol Pada Saat Distilasi



Grafik7 : Hubungan antara kadar alkohol terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dengan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/lt dengan berat biji kapas 20 g

Pada percobaan pembuatan alkohol dare 20 gram biji kapas dengan variasi penambahan nutrient 1/9 gr/lt pada rentang, waku 12 s/d 96 jam didapat kondisi terbaik pada selang waktu 72 jam dan penambahan nutrien 9 gr/lt dengan hasil alkohol 5.55% volume. Pada waktu tersebut kemungkinan

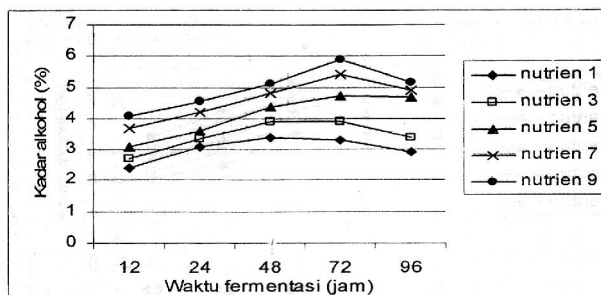
mikroorganisme berkembang biak secara perlahan. Karena Adanya nutrisi yang cukup menyebabkan mikroorganisme bekerja maksimal untuk mengkonversi gula menjadi alkohol.



Grafik 8 : Hubungan antara kadar alkohol terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dengan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/lt dengan berat biji kapas 40 gr

Pada percobaan pembuatan alkohol dari 40 gram biji kapas dengan variasi penambahan nutrient 1 s/d 9 gr/It pada rentang waktu 12 s/d 96 jam didapat kondisi terbaik pada selang waktu 72 jam dan penambahan nutrien 9 gr/It dengan basil alkohol 5.50% volume.

Keadaan tersebut memperlihatkan bahwa kadar alkohol semakin besar sesuai dengan penambahan jumlah nutrient. Sebab fungsi dari nutrient itu adalah sebagai nutrisi dari mikroorganisme, jika nutrisi yang ditambahkan semakin banyak maka kadar alkohol juga akan semakin meningkat.

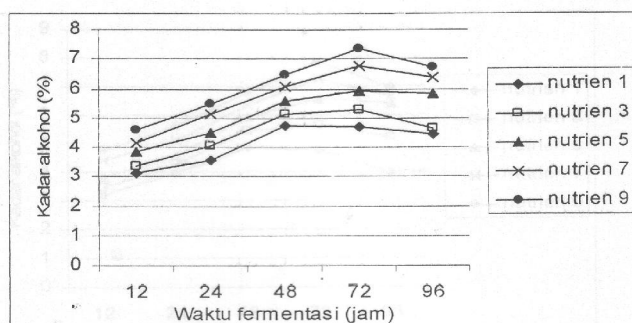


Grafik.9 : Hubungan antara kadar alkohol terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dengan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/It dengan berat biji kapas 60 gr

Pada percobaan pembuatan alkohol dari 60 gram biji kapas dengan variasi penambahan nutrient 1 s/d 9 gr/It pada rentang waktu 12 s/d 96 jam didapat kondisi terbaik pada selang waktu 72 jam dan penambahan nutrien 9 gr/It dengan hasil alkohol 5.90% volume. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa kadar alkohol semakin besar sesuai dengan bertambahnya waktu fermentasi, tetapi akan berhenti pada waktu fermentasi tertentu. Hal ini disebabkan

karena jumlah gula yang tersisa sangat sedikit sehingga tidak dapat dikonversikan menjadi alkohol.

Kondisi tersebut sama dengan kondisi pada gambar 3 dan 4, akan tetapi kadar alkohol semakin meningkat dari sebelumnya. Hal ini dikarenakan adanya kenaikan kadar gula dari hasil proses hidrolisa. Kadar alkohol akan mengalami penurunan pada waktu fermentasi diatas 72 jam.



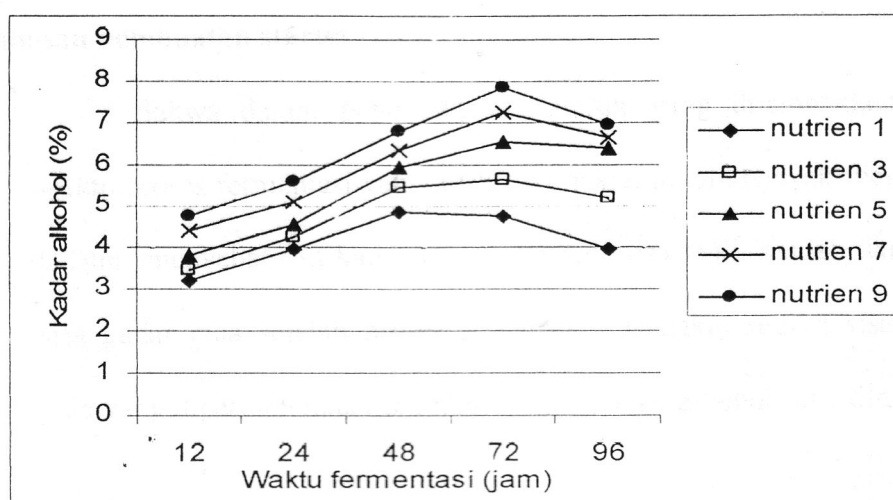
Grafik 10 : Hubungan antara kadar alkohol terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dengan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/It dengan berat biji kapas 80 gr

Pada percobaan pembuatan alkohol dari 80 gram biji kapas dengan variasi penambahan nutrient 1 s/d 9 gr/It pada rentang waktu 12 s/d 96 jam didapat

kondisi terbaik pada selang waktu 72 jam dan penambahan nutrien 9 gr/It dengan hasil alkohol 7,35% volume. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa kadar alkohol

semakin besar sesuai dengan bertambahnya waktu fermentasi, tetapi akan mengalami penurunan kadar alkohol pada waktu fermentasi tertentu. Kadar alkohol mengalami penurunan diatas waktu

fermentasi 72 jam. Hal ini disebabkan karena gula yang tersisa sangat sedikit sehingga tidak ada lagi yang dapat dikonversi menjadi alkohol.



Gambar 4.11 : Hubungan antara kadar alkohol terhadap waktu fermentasi pada rentang 12 s/d 96 jam dengan variasi berat nutrient 1 s/d 9 gr/lit dengan berat biji kapas 100 gr

Pada percobaan pembuatan alkohol dan 100 gram biji kapas dengan variasi penambahan nutrient 1 s/d 9 gr/lit pada rentang waktu 12 s/d 96 jam didapat kondisi terbaik pada selang waktu 72 jam dan penambahan nutrient 9 gr/lit dengan hasil alkohol 7,86% volume. Dan akan mengalami penurunan pada waktu fermentasi diatas 72 jam. keadaan tersebut memperlihatkan bahwa kadar alkohol semakin besar sesuai dengan bertambahnya waktu. fermentasi, tetapi akan mengalami penurunan pada waktu fermentasi tertentu.

Pembahasan pembuatan starter

Bahwa dalam penelitian ini, starter yang ditambahkan pada waktu proses fermentasi yang akan dikerjakan terlalu banyak (berlebih), hal ini menyebabkan kadar gula hasil hidrolisa lebih rendah dari pada sisa kadar gula setelah proses fermentasi. Semakin sedikit sisa kadar gula yang diperoleh maka semakin banyak kadar alkohol yang didapat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa kondisi terbaik diperoleh pada penambahan berat nutrient 9 gr/lit, berat biji kapas 100 gr dengan lama fermentasi 72 jam dihasilkan kadar alkohol 7,86 % volume.

Saran

Bagi peneliti lain yang akan mengembangkan penelitian ini dapat mencoba menggunakan jenis bakteri yang berbeda, atau dengan menggunakan peubah waktu yang berbeda dan juga dicoba dengan menggunakan proses hidrolisa enzim.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak, 1988, Bertanam Kapas, Penerbit Kanisius.
- Agblevor. Foster A., 2003, Composition and Ethanol Production Potention Of Cotton Gin Residues, Journal.
- BPPI, 1990, Pembudidayaan tanaman pisang, Surabaya.
- Demirbas. Ayhan, 2003. Bioethanol From Cellulosic materials:A Renewable Motor Fuel from Biomas, Journal
- Groggins P. H., 1958. Unit Processes In Organic Synthesis. McGraw-Hill International Book Company.
- Jeoh. Tina, 1998, Steam Explosion of cotton Gin Waste For Fuel Ethanol Production, Journal.
- Keyes, Donald B., Faith W. L., Clark Ronald L., 1961, Industrial Chemical, John Wiley and Son.
- Kirk-Othnmer, Encyclopedia of Chemical Technology, 2nd Edition, Vol 8.
- McKetta. Jhon J. Encyclopedia of Chemical Processing and Design, Vol 12.
- Prescott. Samuel cate, Dunn. Cecil Gordon, 1959, Industrial Microbiology, 3rd Edition
- Said. E. Gumbira, 1987, Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi, ed. 1, Mediyatama Sarana Perkasa.
- Sudarmaji, S, Hariyono. B dan Suhardi, 1984, Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan Dan Pertanian, Edisi 3, Liberty, Yogyakarta
- Unus suriawiria, Pengantar Mikrobiologi Umum, Penerbit Angkasa Bandung.